

TEMA

Sparsam traktorkörning

FM Fredrik Ek och stud. Anna Snellman
Svenska lantbrukssällskapens förbund (SLF)

En stor del av den energi som förbrukas i jordbruket är bränsle till traktorer och tröskor. Stigande bränslepriser och krav på förbättrad energieffektivitet gör det viktigt att se till att man får ut så mycket som möjligt av det tillförda bränslet. Hur mycket bränsle man kan spara beror på flera faktorer. Bränsleförbrukningen varierar stort beroende på hurudan traktor man har, vilka arbetsmetoder man använder och hur traktorn körs.

Vid köp av en ny traktor är det bra att ta med bränsleförbrukningen på sin kravlista. Moderna traktorer har automatisk uppföljning av hur mycket diesel som används. Förbrukningen anges ofta i g/kWh, vilket inte säger någonting om hur mycket bränsle som traktorn gör av med per utfört arbete. Följ själv med bränsleförbrukningen på maskinerna. Genom att bokföra tankade liter och timmar per maskin får man en viss uppfattning om bränsleförbrukningen.



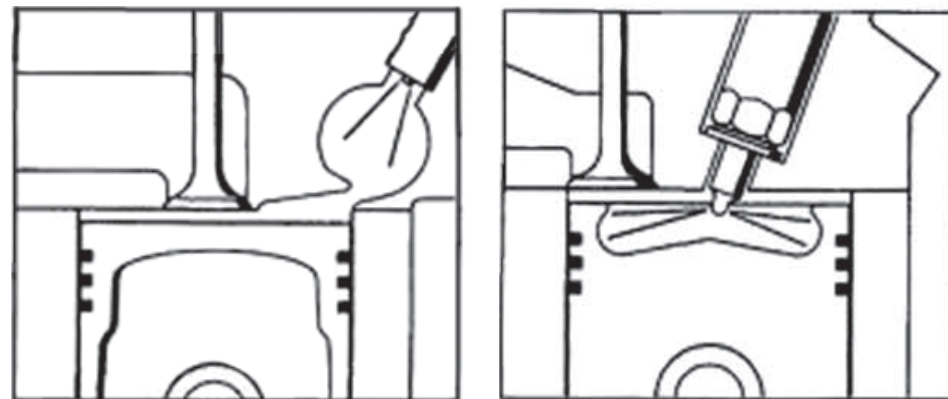
Dieselmotorn

Alla dagens lantbrukstraktorer utnyttjar en dieselmotor som kraftkälla. Utvecklingen har gått från atmosfäriska förkammardieslar med mekanisk insprutning till turboladdade direktinsprutade commonrailmotorer med datorstyrd insprutning. Äldre traktorer arbetar med ett insprutningstryck på cirka

100-300 bar. Moderna commonrail traktormotorer arbetar med insprutningstryck på upp till 2500 bar.

Tack vare högre insprutningstryck, senarelagd insprutningstidpunkt och noggrannare kontroll på insprutad mängd bränsle har man kunnat uppnå en mer fullständig förbränning av

bränslet med renare avgaser och bättre verkningsgrad som resultat. Användningen av turboladdning och intercooler ökar motorens kapacitet och förbättrar dess verkningsgrad. För de flesta motorer gäller att bränsleförbrukningen per utfört arbete är lägst inom det varvtalsområde där motorens vridmoment är som störst. Motorn



Dieselmotor med förkammare och med direkt insprutning

skall alltså arbeta rejält belastad.

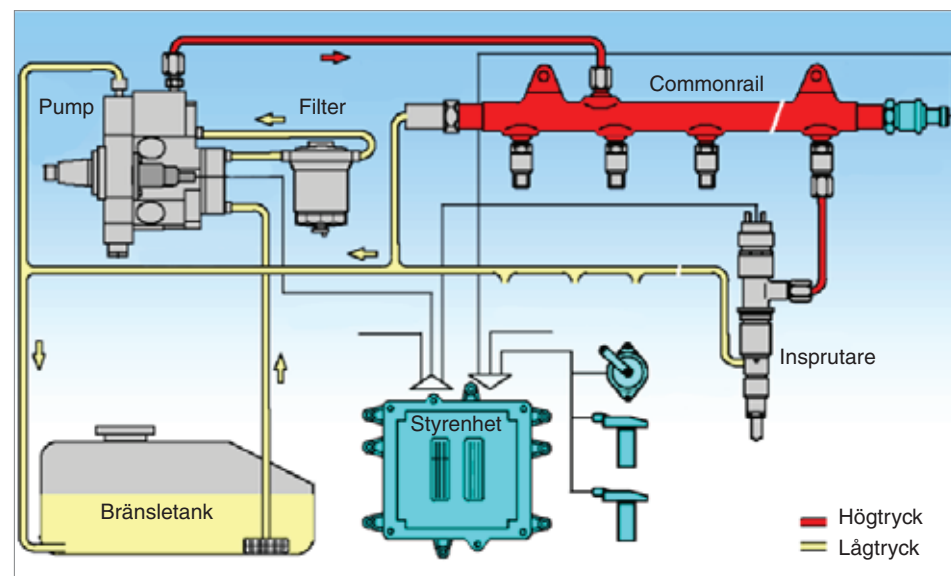
Olika motorer skiljer sig från varandra i fråga om verkningsgrad av rent konstruktionsmässiga skäl, störst är skillnaderna ändå mellan äldre och nyare motorer. Olika typer av traktortrans-

missioner skiljer sig dessutom betydligt från varandra i fråga om både användarvänlighet och transmissionsförluster.

Växellådor

Via traktorns transmission går en stor mängd energi

förlorad i form av värme. Både motor och transmission är som trögast innan de har nått driftemperatur, dvs. innan motorn och växellådan hunnit värmas upp. Dagens transmissioner är ofta integrerade system där hydraulik, slutväxlar och bromsar ingår. Energiförluster



På en commonrail motor sköts styrningen av insprutarna helt elektroniskt.

sker i pumpar som cirkulerar olja vid högt tryck, i syfte att hålla tryck i olika kopplingar och servosystem.

De nya, allt vanligare växellådorna med steglös transmission utnyttjar traktorns motor mer optimalt än den klassiska mekaniska växellådan med ett antal snabbväxellågen. De flesta traktorer med steglös transmission har datorstyrning som samstyr motorn och växellådan, vilket ger en betydande bränsleinbesparing.

Traditionell mekanisk växellåda

Vid växling med en mekanisk växellåda bryts kraftöver-

föringen mellan motorn och de drivande hjulen då olika kugghjul och axlar låses i förhållande till varandra. Speciellt vid tyngre fältarbeten och tunga transporter i uppförsbacke innebär också ett kort avbrott i kraftöverföringen en betydande nackdel. En positiv egenskap hos mekaniska växellådor är att kraftöverföringens förluster är rätt små, cirka 10 %. Vid praktisk drift under hög belastning i en kuperad terräng är det svårt att med en mekanisk växellåda belasta motorn på ett optimalt sätt. För att undvika växlingar och eventuella avbrott i körningen behöver man ha kvar en betydande

momentreserv hos motorn vilket samtidigt innebär att motorn för det mesta arbetar vid en bränsleekonomiskt sett onödigt låg belastningsnivå.

Semi powershift

Med en semi powershift växellåda väljer man manuellt vilken växel man kör på, dessutom finns ett antal snabbväxlar som kan skiftas utan dragkraftsavbrott. Till sin uppbyggnad liknar en semi powershift växellåda en traditionell mekanisk växellåda men har ett tillägg i form av ett antal kopplingsfria snabbväxlar som med hjälp av elhydrauliskt manövrerade lamellkopplingar kan skiftas utan frikoppling och dragkraftsavbrott. Det här är bra vid tunga arbeten som jordbearbetning. Transmissionsförlusterna med en semi powershift växellåda är cirka 15 %, å andra sidan har man tack vare de kopplingsfria stegen bättre möjligheter att vid praktisk körning välja en bränsleekonomiskt god belastningsnivå för motorn.

Full powershift

Med en full powershift växellåda görs all växling med hjälp elhydrauliskt manövrerade lamellkopplingar. En traditionell koppling (om en sådan ens finns) behövs inte vid växling. Ofta kombineras en powershift växellåda med en momentomvandlare som mjukar upp växlandet. Med en full powershift växellåda har man bibehållen drag-

kraft genom alla växlar, det här gör att traktorn är bekväm att köra. Förlusterna i en full powershift traktor-transmission är cirka 20 %.

Steglös transmission CVT

I traktorer med steglös växellåda (CVT) överförs kraften mellan motorn och de drivande hjulen via två skilda rutter, en mekanisk rutt och en hydraulisk rutt. Förhållandet mellan den mekaniska och den hydrauliska överföringen bestäms genom att reglera mängden genom att reglera mängden olja som pumpas via den hydrauliska ruten. När traktorn accelereras från stillastående kommer nästan all kraft

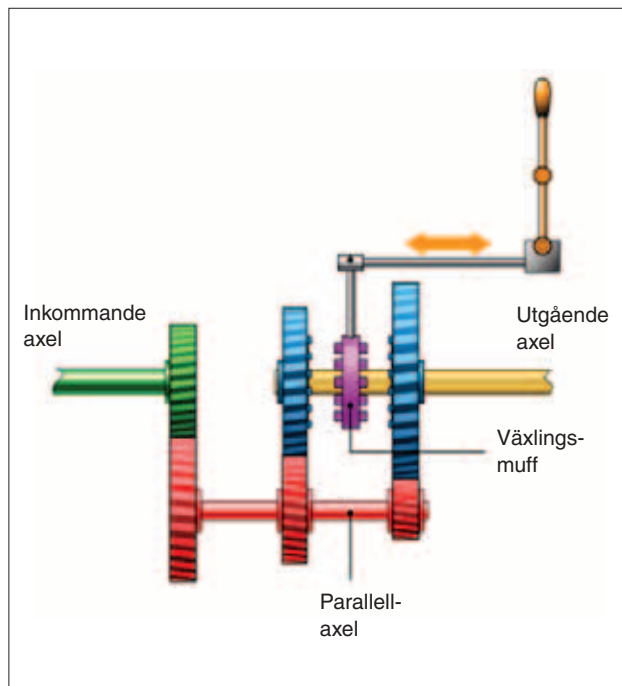
till en början att passera via hydrauliken, med stigande körhastighet ökar den mekaniska kraftöverföringens andel så att traktorn vid landsvägskörning i hög hastighet drivs helt mekaniskt.

En finess med en steglös växellåda är att traktorns elektroniska styrning automatiskt optimerar kombinationen av effekt- och vridmomentbehov så att motorns varvtal blir så lågt som möjligt. Det här sänker bränsleförbrukningen och bullernivån. Tack vare att en stor del av kraften överförs mekaniskt med få rörliga delar är transmissionsförlusterna med en steglös växel-

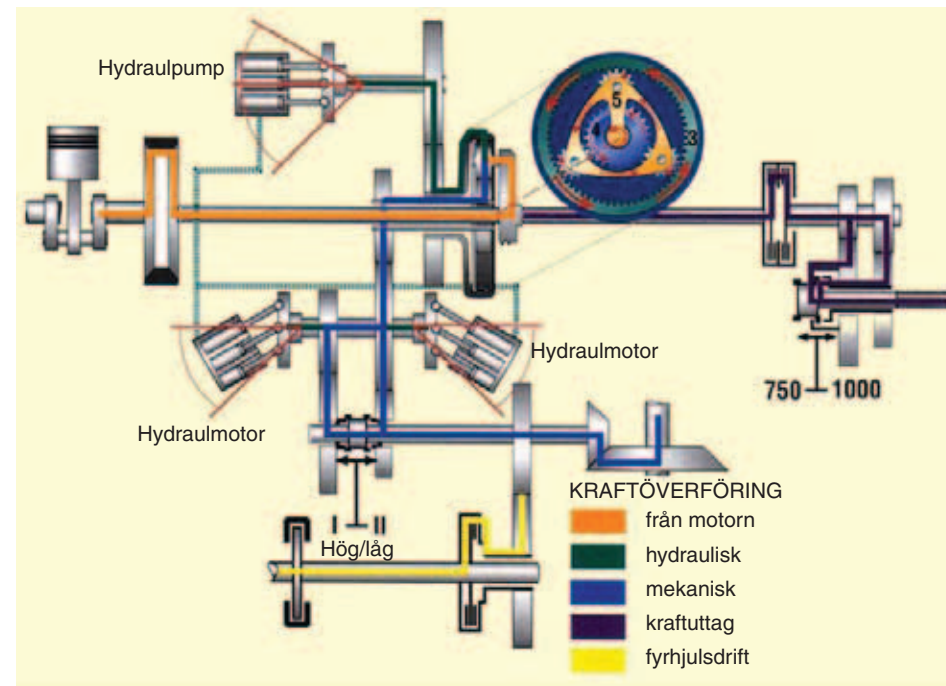
låda av den ovan beskrivna typen ungefär på samma nivå som för en traditionell mekanisk växellåda, dvs. cirka 10 %. Totalt sett blir bränsleförbrukningen ändå lägre än för en traktor med traditionell mekanisk växellåda i och med att motorn kan belastas mer optimalt.

Service och underhåll

Att regelbundet underhålla och sköta om traktorn och traktormotorn förlänger inte bara utrustningens livslängd utan sänker också bränsleförbrukningen och minskar dessutom risken för haverier. Följ alltså instruktions-



Funktionsprincipen hos en mekanisk växellåda. Avbrott i kraftöverföringen vid växling.



Steglös traktortransmission. Vid en planetväxel delas kraftöverföringen i en mekanisk och en hydraulisk del som senare sammanlänkas på nytt.

boken och serviceschemat och se till att motorn hålls i skick. Motorer i dåligt skick drar mera bränsle än normalt. Mycket enkla åtgärder som att se till att tanklocket är helt och sluter tätt sparar också diesel i och med att bränsle inte i onödan avdunstar.

Håll ögonen öppna efter förändringar som utgör tecken på att det är något fel med motorn, t.ex. ökad konsumtion av olja och bränsle, svartare rökutveckling i avgaserna, tendenser till varmgång, onormal vevhusventilation och förändrat motorljud. Svartrök kan komma vid tvära förändringar i varvtal och moment men från en varm motor skall det inte ryka svart vid jämn och hög belastning.

Undvik kallstarter vid extrem kyla eftersom de sliter mycket på motorn. Användande av motorvärmare under vintern sparar både bränsle och motorslitage, dessutom är det billigare att värma upp traktorn med el än med diesel.

Med tiden slits en motor och blir mer gles, slitna kolvringar och cylindrar, dåligt tätande ventiler mm gör att bränsleförbrukningen ökar. Dålig insprutningsbild ger också sämre förbränning och sämre utnyttjande av insatt diesel.

Vevhusventilationen bör kontrolleras så att den fungerar som den ska eftersom

den ska leda till oljeläckage. En dieselmotor konsumerar 14-16m³ luft för varje liter dieselbränsle som förbränns. Ett tilltäppt luftfilter leder till ökat sugmotstånd och ökad bränsleförbrukning.

Däck och slirning

Tänk på att rätt däck och rätt lufttryck för olika arbeten sparar bränsle. På mjuka underlag är det viktigt för både bränsleekonomin och med tanke på markpackningen att inte däcken sjunker ner allt för mycket i markskiktet och trycker jord framför sig, vilket skapar en s.k. bulldozing effekt. Vid fältarbete på



Vid tung transportkörning sparar man både bränsle och däckslitage genom att se till att traktorns och släpets däcktryck är lämpligt höga.

mjukt underlag skall man utnyttja stora, breda och mjuka däck med lägre lufttryck. Alternativt kan man köra med dubbelmontage för att fördela traktorns vikt på en större yta. På hård väg rullar ett hårt och smalt däck med högre lufttryck betydligt lättare och är därför mer bränslesnålt där än ett brett och mjukt däck.

Däck med 65 procent profil (däcksektionens höjd i förhållande till bredden) är utvecklade för att bära stor last vid lågt lufttryck. Fördelar till normala däck med 80 procent profil är att marktrycket är lägre samt att dragkraften överförs bättre.

Exempel på lufttryck:

- 1,0-1,5 bar vid körning i fält
- 0,6-1,0 bar vid körning i fält med dubbelmontage
- 1,5-2,0 bar vid körning på väg

Bra dragförmåga innebär att kapaciteten kan hållas uppe och att antalet traktortimmar samt dieselförbrukningen kan minimeras. Nackdelen med däck med 65 procent profil är att de har större rullningsmotstånd på väg och fast underlag.

För att uppnå bättre verkningsgrad på insatt bränsle gäller det att inte slira bort allt för mycket. En viss slirning är ändå nödvändig vid dragande fältarbete och kan betyda att motoreffekten utnyttjas rätt. Slirningen ska ligga mellan 10 och 20 procent för att nå högsta verkningsgrad mellan motor och dragkrok. Ännu vid 30 procents slirning är bränsleekonomin bättre än vid 10 procents slirning, men däckslitage är då onödigt stort.

Oljebyten och -filtrering

Jordbrukstraktorer har idag oftast ett gemensamt oljesystem för arbetshydraulik, transmission och bromsar. Fördelar med ett dylikt system är att en stor mängd olja finns tillgänglig i arbetshydrauliken samt att man snabbt får en reglerad temperatur genom hela systemet. Nackdelar är att oljan

skall anpassas för uppgifter som ställer motsatta krav samt att föroreningar sprids på ett ogynnsamt sätt vid sammankopplade system.

Transmissionen är den del av traktorn som är mest utsatt för skaderisker och som drabbas av flest haverier, dessutom är transmissionshaverier mycket dyra att reparera. Det är viktigt att se till att transmissionsoljan är ren och byts regelbundet. Mekaniken i transmissionen slits kontinuerligt, vilket medför att små metallpartiklar kommer ut i oljan.

Traktoroljor är av naturliga skäl utsatta för hård smutsbelastning. Oljor och oljefilter skall bytas regelbundet så att oljan bevarar sina smörjningsegenskaper och hålls ren från partiklar. Nya oljor borde också filtreras före användning eftersom de ofta innehåller för höga koncentrationer av främmande partiklar. Det här kan man göra med en separat filterfylare eller via traktorns egna filterssystem. Man bör kontrollera att rekommenderad olja finns i transmission och hydraulik för både sommar och vinterbruk.

Hydraulsystemets ventilationsfilter är ofta i så dåligt skick att det släpper förbi dammig luft rakt ner i oljetanken/växellådan. Hydraulsystemet utsätts också för föroreningar när man dagligen gör till- och frånkopplingar av yttre redskap. Bromssystemen med våta oljekylida bromslameller bidrar till högre föroreningsnivåer.

Körsätt

Det egna körsättet påverkar bränsleekonomin i stor utsträckning. Man kan påverka det bl.a. genom att utnyttja traktorns egenskaper optimalt. Rätt växel och rätt nivå på gaspedalen ska ge optimal belastningsnivå. Utnyttjandet av fyrhjuls- resp. bakhjulsdrift och användning av spärr vid olika typer av arbetsmoment ger klara inbesparingar. Allt som allt hjälper tekniken i en modern traktor föraren på rätt spår.

Belastningsnivå och motorvarvtal

En modern traktors dieselmotor har en verkningsgrad på cirka 35 % om den går optimalt belastad, vid för hög och framförallt vid onödigt låg belastning sjunker verkningsgraden. Den effekt motorn ger ut är alltid större än den effekt som kan mätas vid de drivande hjulen eller kraftuttaget. För att hålla igång för traktorn och dess förare nödvändiga funktioner som kylfläkt, generator,

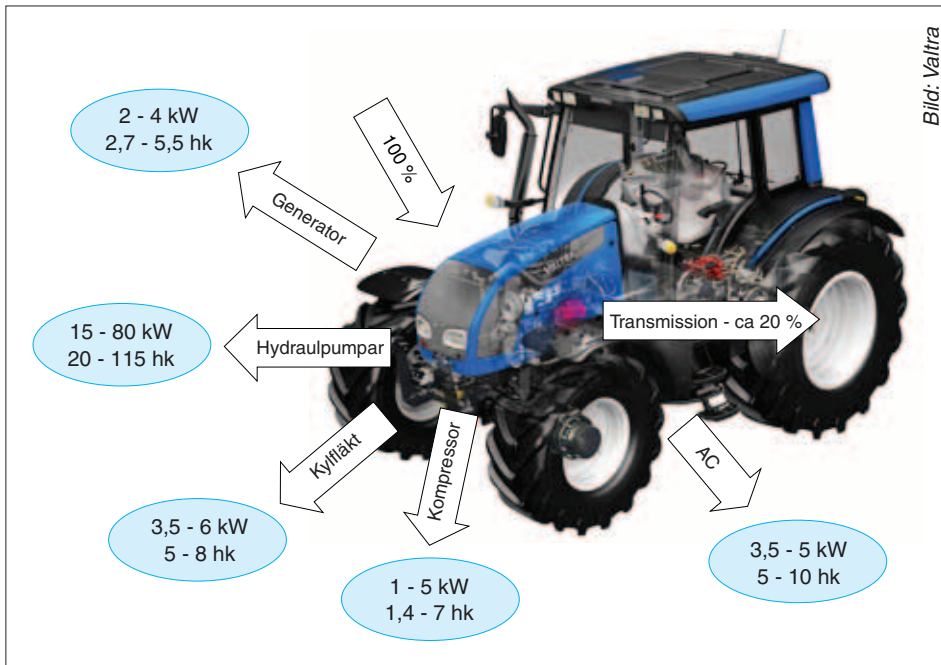


Bild: Valtra

En betydande del av motoreffekten går åt till upprätthållande av traktorns egna funktioner.

hydraulpumpar, kompressor och klimatanläggning går det åt till de här funktionerna är mer eller mindre konstant oberoende av traktorns övriga belastning. Det gäller att sprida den här fasta kostnaden på så många nyttiga kilowattimmar som möjligt.

Bäst bränsleekonomi har man med en motorbelastning på mellan 60 och 80 % och med ett varvtal på cirka 70 % av maxvarvtalet. Vid belastningsgrader på under 40 % försämras bränsleekonomin betydligt. Motorns belastning kan ökas genom att sänka motorvarvtalet och köra på en högre växel.

Samtidigt gäller det att inte överbelasta motorn.

När man kör med en hög växel och ett lågt varvtal för att spara på bränsle bör man vara uppmärksam på att man inte belastar motorn för mycket. Svart rök ur avgasröret är dieselmotorns tecken på det. Om motorn under körningen inte reagerar snabbt när man trycker på gasen är det skäl att byta till lägre växel.

Vid landsvägskörning med traktor är det inte ovanligt att man kör med gasen i botten, det här vinner man givetvis litet tid på men å andra sidan så drar traktorn då betydligt mer bränsle per körd kilome-

ter än vad den drar vid 80 % av maxvarvtalet. Ur bränsleekonomisk synvinkel gäller det också vid landsvägskörning hålla varvtalet klart under 2000 r/min.

Differential och fyrhjulsdrift

Vid tunga fältarbeten är det till fördel att använda differentialspärar och fyrhjulsdrift eftersom däckslirningen minskas vilket ger bränsleekonomiska fördelar. Med tillkopplade differentialspärar blir friktionsförlusterna inne i maskineriet lägre, det här bidrar till att bränslet utnyttjas bättre.

Den viktigaste effekten av fyrhjulsdrift är att det är lätt-

are att fördela traktorns vikt och därigenom dra nytta av alla drivande hjul. Tunga traktorer sjunker mindre ner i fältet vid fyrhjulsdraft än vid bakhjulsdraft pga. att bulldozing-effekten är mindre vid fyrhjulsdraft.

Vid lättare arbeten lönar dig sig att koppla ur fyrhjulsdraften eftersom transmissionen är byggd så att framhjulen ska gå 2-5% fortare än bakhjulen för att få ett fordonsdynamiskt stabilt ekipage, det här leder till onödigt däckslitage och ökat rullningsmotstånd om tillräckligt fäste finns för bakhjulsdraft. Kontrollera att både fram- och bakdäcken är jämnt slitna och har rätt kombination av däckdimensioner så

att inte fel hastighet uppstår mellan fram- och bakaxel.

Körinjer

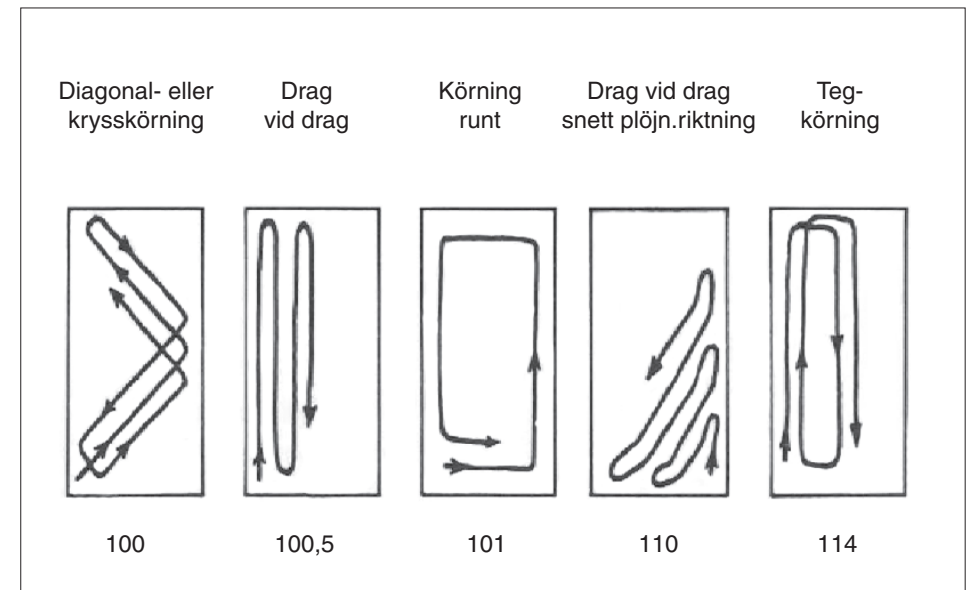
Det är inte bara tekniken som ger bränsleekonomi. Välplanerad körning t.ex. körinjer på olika åkerskiften och i vändtegar hör också till. Och, att man undviker körning utan last och tomgångskörning säger sig självt. Ett exempel på detta är att ifall en traktor med 75 hästkrafter går på tomgång 10 minuter om dagen eller 61 timmar i året så använder traktorn ca 120 liter diesel i onödan under ett år.

Vid plöjning spar man bränsle genom att köra en loop vid vändtegar istället för att stanna, backa och köra

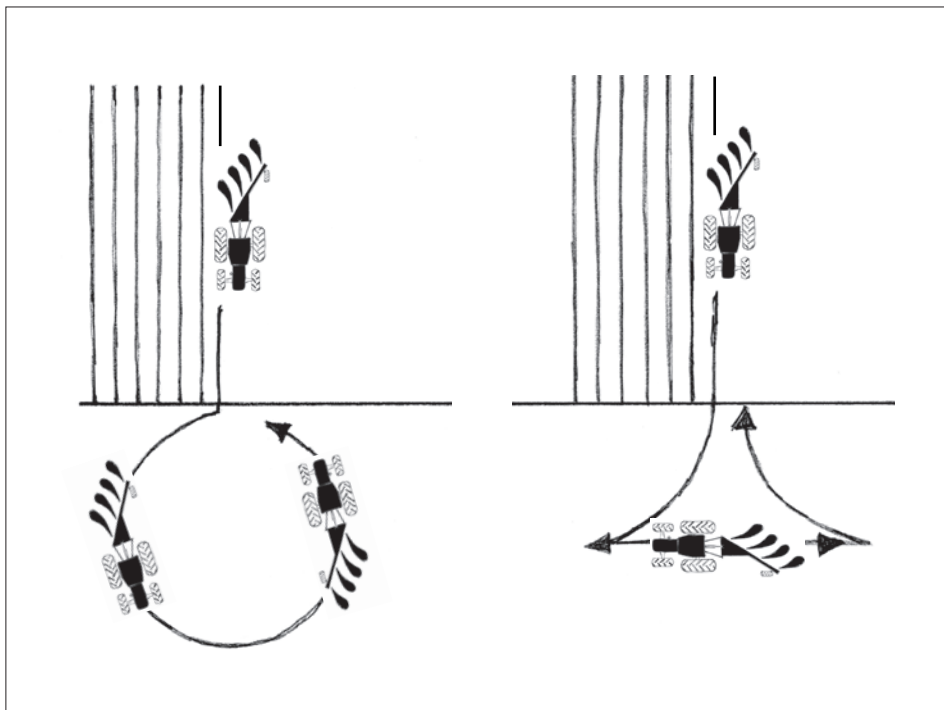
framåt igen. Vändningen genom körning i loop gör att körningen blir mer jämn. Trots att vändtegen då blir litet bredare, blir bränsleförbrukningen per hektar ändå lägre.

Utrustning och arbetsmetoder

Bränsleåtgången varierar också mycket beroende på val av utrustning och arbetsmetoder. Genom att dimensionera redskapen på ett optimalt sätt och att välja mindre traktorintensiva arbetsmetoder kan man spara bränsle. Också genom att ställa in redskapen på rätt sätt minskar man på dragmotståndet och därigenom också på bränsleåtgången.



Körinjer påverkar bränsleförbrukningen, förbrukningen är här som ett jämförelsetal i relation till det mest ekonomiska körinjevaldet.



Vändtegskörning, man sparar bränsle genom att köra en loop istället för att backa och vända

Att minska på arbetsmomenten betyder att man minskar på traktor användningen och därmed bränsleförbrukningen. Möjliga tillvägagångssätt är plöjningsfri odling och direktsådd. Ibland kan man också kombinera olika köror, exempelvis hämtande av balar när fastgödselein körs ut, förutsatt att man inte ställer till med hygienproblem.

Onödig vikt ökar bränsleförbrukningen. När extra vikter inte behövs skall de tas bort. Se också till att inga bromsar ligger och smygdrar på traktor och släp som ger mer motstånd och ökar bränsleåtgången.

Dimensionering av redskapen

När en jordbrukare byter traktor blir ofta den nya traktorn lite större än den gamla. Däremot förblir redskapen ofta desamma och detta leder till att belastningsgraden på traktorn blir för låg (mindre än 75 %). Det rätta är att dimensionera traktor- och redskapsstorlek efter varandra, men en acceptabel lösning är också att köra på en högre växel med lägre varvtal

För att minimera bränsleförbrukningen är det viktigt att traktorn och redskap har storlekar som passar samman.

- Om man kör med för små redskap blir kapaciteten liten och bränsleförbrukningen per hektar för stor.
- Ett för stort redskap däremot medför risker för att traktorn överbelastas. Om bearbetningsförhållandena blir dåliga kan utförandet av arbetet också äventyras med överdimensionerade redskap.
- Vid en dålig traktor/redskap kombination kan bränsleförbrukningen vara över 1/3 större än vid en optimal kombination.
- Redskapen skall dimensioneras så att traktorn är belastad till minst 2/3 av maximal kapacitet

- Vid inställning av arbetsredskap skall man också se till att tillkopplade hydraulsystem är korrekt kopplade till traktorns hydraulsystem. Se till att ledningsdimensionerna är anpassade efter traktorns system.
- Många fabrikanter har nuförtiden ett ekonomivarvtal på kraftuttaget (PTO) som standard eller som tillval. Man kan då välja ekonomi-PTO vid lägre effektuttag på PTO.

Jordbearbetningsmetoder

Under de senaste åren har variationen av system för jordbearbetning och sådd

ökat på våra gårdar. Intensiteten i jordbearbetningen skiljer sig mycket mellan direktsådd, lättbearbetad och konventionell odling, och därigenom är skillnaden i bränsleförbrukning också stor. Plöjning är en av de mest energikrävande bearbetningsmetoderna som kan förbruka upp till 30 liter bränsle per hektar. Också djupet på plöjningen är av stor betydelse. Djupare plöjningsdjup gör att traktorn har mera motstånd än vid grundare plöjningsdjup. Undersökningar visar att genom att plöja en centimeter grundare kan man beroende på jordart minska på bränsleförbrukningen med mellan 0,5-1,5 liter per hektar.

En korrekt inställning av plogen är av stor betydelse. En dåligt inställd plog kan öka bränsleförbrukningen med över 20 procent och det kan även leda till extra slitage på plog och traktor. Vid rätt inställning av plogen skall första plogkroppen vara inställd med samma bredd som övriga kroppar. Toppstången ska vara parallell med traktorn och plogen skall ligga parallellt med markytan så att plogens åsar går 90 grader i förhållande till markytan.

Vid plöjningsfri odling ersätts plogen vanligen med en kultivator eller tallriksharv som inte når lika djupt och som lämnar växtrester



Här har man kopplat gödselvagnen bakom en onödigt stor traktor.

Bild: Fredrik Ek

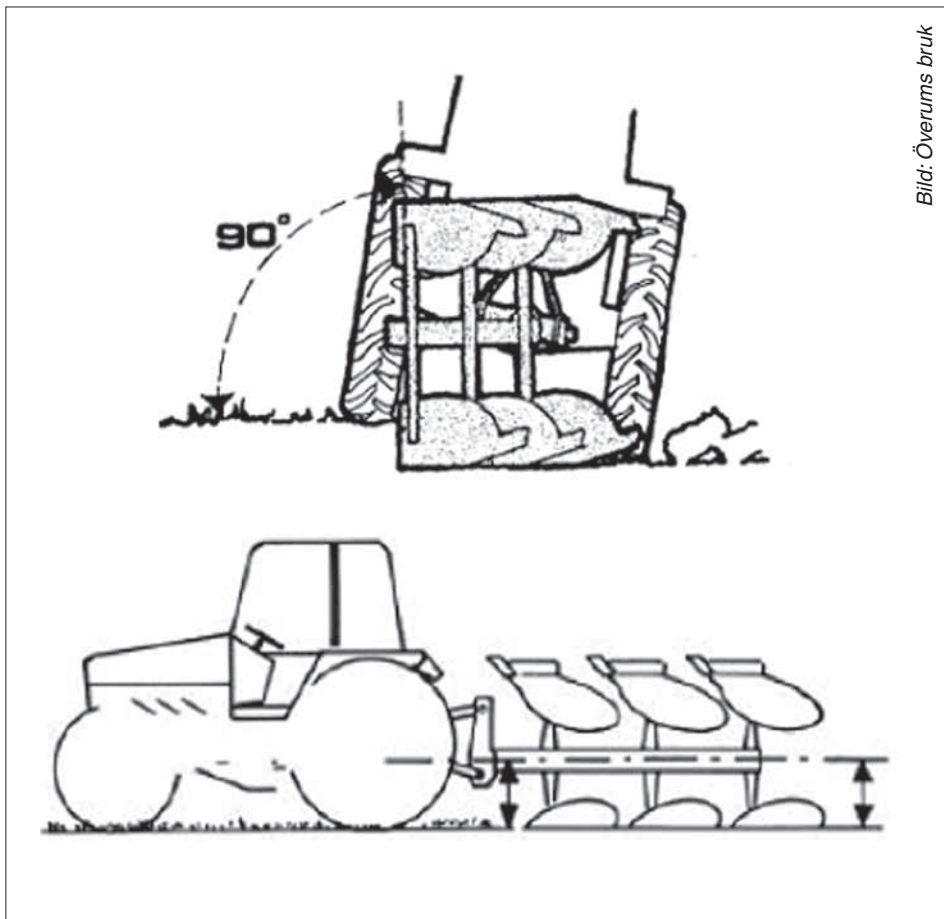


Bild: Överums bruk

En riktig grundinställning av plogen är viktigt.

på ytan. Fördelar med plöjningsfri odling är att den är billigare och mera bränslesnål, ger större arbetsbredd på mindre tid, minskar läckaget av näringsämnen från jordbruket, inte bildar någon plogsula och ökar mullhalten i matjordens övre del och minskar därmed risken för skorpbildning. Nackdelarna är att växterna som blir kvar i ytan sprider sjukdomar varvid man måste

öka användningen av bekämpningsmedel och att metoden fungerar inte på alla jordarter.

Direktsådd sparar bränsle

Vid direktsådd sår man i en obearbetad jord, vilket ger mindre traktorarbete och mindre dieselförbrukning. En annan fördel med direktsådd är att den minskar risken för erosion och

utlakning av näringsämnen till vattendrag. Utlakningen av fosfor ökar dock med direktsådd.

Enligt försök gjorda av Arbets effektivitetsföreningen kan man genom direktsådd uppnå 70-80 % inbesparingar i bränsle jämfört med konventionella odlingssystem. Per odlad hektar kan inbesparingen vara t.o.m. 38 liter bränsle. På en gård

Bränsleförbrukningen vid olika odlingsmetoder (odling av korn)

Arbetskede	Arbets-timmar/ha	Förbrukning (l/h)	Förbrukning (l/ha)
Konventionell bearbetning			
Plöjning (4 skär)	1,5	15	22,5
Harvning 6 m * 2	0,8	15	12
Sådd 3m	1	12	12
Transport	0,2	5	1
Totalt	3,5		47,5
Lätt bearbetning			
Tallriksharvning 3 m	0,66	15	10
Harvning *1	0,4	15	6
Sådd 3m	1	12	12
Transport	0,2	5	1
Totalt	2,26		29
Direktsådd			
Direktsådd	1	12	12
Sprutning	0,2	5	1
Transport	0,1	5	0,5
Totalt	1,3		13,5

Källa: Motiva

som odlar 100 ha betyder det med ett bränslepris på 60 cent/liter en inbesparing på över 2 200 €.

En omställning till ett mindre traktorintensivt odlingssystem eller ett byte av traktordrift till eldrift vid utfodring av djur är åtgärder som sparar betydande mängder trak-

torbränsle. Det här är mer omfattande åtgärder som påverkar mycket annat än enbart bränsleförbrukningen och som därför inte alltid enkelt låter sig göras. Redan genom enkla åtgärder som undvikande av tomgångskörning, användande av motorvärmare och regelbunden traktorservice kan

man spara en del bränsle. Redan det att man börjar föra bok över tankade liter bränsle per maskin och fäster uppmärksamhet vid förbrukningen samt val av lämpliga maskinkombinationer brukar leda till att den årliga förbrukningen av traktorbränsle minskar märkbart.